Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium (Prof. Adrion) der
Abteilung für Zahn- und Kieferersatz (Leiter: Prof. Schröder)
des Zahnärztlichen Institutes der Universität Berlin

Über Knochenumbildungsvorgänge in der primitiven Alveole frühzeitiger Milchzahnanlagen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Doktorwürde in der Zahnheilkunde

einer hohen medizinischen Fakultät

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

Vorgelegt von

Curt Lindner

aus Hemer in Westf.

Tag der Promotion: 31. Dezember 1935

Druck von Jacob Kohnert, Buchdruckerei, Berlin-Charlottenburg 4

523

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Magnus
Referent: Prof. Dr. W. Adrion
Korreferent: Prof. Dr. H. Schröder

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Einleitung

Die überaus wichtige Frage nach der Art des Wachstums und der Beziehung zwischen Zahn und Zahnfach beschäftigt die Forscher schon seit dem 18. Jahrhundert. Es ist ein vielumstrittenes Problem bis zum heutigen Tage geblieben, und es kann den Anschein erwecken, daß man von der eigentlichen Lösung dieses wechselseitigen Wachstumsprozesses noch ziemlich weit entfernt ist.

Bei der Ortsveränderung des Gewebskomplexes, wie sie bei dem wachsenden Zahnkeim und der Alveole in die Erscheinung tritt, handelt es sich fraglos um komplizierte Vorgänge. Die dabei auftretenden Erscheinungsformen müssen daher vielgestaltig sein, und ihre Deutung ist daher keineswegs einheitlich. Die Gesetze des Zusammenwirkens aller Wachstumsfaktoren, die im harmonischen Zusammenspiel am Umbau beteiligt sind, vor allem ihre inneren Ursachen, sind wohl teilweise spekulativ aus den vielseitigen Erscheinungsformen mit einem mehr oder weniger großen Grad von Wahrscheinlichkeit erschlossen worden.

Die verschiedenen Ergebnisse der Forschung bei den alveolären Wachstumserscheinungsformen sind wohl darauf zurückzuführen, daß die Untersuchungsmethoden und die Auswahl der Untersuchungsobjekte sehr verschiedenartig sind.

Die meisten Autoren arbeiteten mit Präparaten von Hunden und Katzen und nur wenige mit menschlichen Kiefern. Wenn auch keine allzu großen Unterschiede zwischen diesen Wachstumsvorgängen bei den Tieren und den Menschen bestehen sollen, müssen aber feinere Abweichungen immer gefunden werden.

Den größten Einfluß auf das Untersuchungsergebnis bei den Wachstumsstudien dürfte wohl die zeitlich verschieden erfaßte Auswahl der zur Untersuchung gelangten Präparate menschlicher Kiefer zur Folge haben. Es fehlt eben bei der Untersuchung an Präparaten von verschiedenen Altersstufen menschlicher Kiefer, weil die Beschaffung von hinreichendem Material immer erhebliche Schwierigkeiten bereitet.

Aus naheliegenden Gründen befaßte sich die Forschung besonders mit dem Unterkiefer. Schon Hunter und später sein Landsmann Humphry gingen an die Lösung derartiger Probleme heran. Immer wieder versuchte man sich Klarheit zu verschaffen über die kausale und formale Genese hinsichtlich des Wachstums zwischen Zahnkeim und Alveolenbildung.

1874 schrieb Virchow: „. . . daß es wenige Knochen im menschlichen Körper gibt, die die Bedingungen haben, wie sie der Unterkiefer

darbietet. Die Zahnbildung ist an sich etwas ganz Besonderes, aber auch sonst hat der Unterkiefer viel Eigentümliches." (In diesem Satz ging es aber insbesondere um das appositionelle oder interstitielle Wachstum am Unterkiefer.)

In der vorliegenden Arbeit soll der Versuch unternommen werden, das Wachstum des Zahnfaches im Kiefer und seine Beziehungen zu den Zahnanlagen zu untersuchen.

Die Schwierigkeit, die sich der Lösung dieser Frage in den Weg stellt, ist ausschließlich in der Beschaffung des Untersuchungsmaterials begründet.

Aus nachstehender Uebersicht ist das zur Untersuchung gelangte Kiefermaterial zusammengestellt. Die meisten Schnitte stammen vom Unterkiefer.

Lfd. Nr.	Alter	Gegend	Schnittrichtung	Färbung
1	4 Fetalmonate	$\frac{3}{3}\,\vert\,\frac{3}{3}$	frontal	Häm.—Eos.
2	5–6 „	II/	„	Borax—Karmin und Pikro—Indigo—Karmin
3	5–6 „	III/	„	
4	5–6 „	IV/	„	„
5	9 Fetalmonate (Neugeborenes)	/ I	sagittal	„
6	9 „	/ II	„	„
7	9 „	/ III	„	„
8	9 „	/ III	„	„
9	9 „	/ IV/4	„	„
10	9 „	/ IV/V	„	„
11	9 „	/ IV/V	„	„
12	9 „	/ IV/V	„	„
13	4 Lebensmonate	/ I – II – III	frontal	Häm.—Eos.
14	4 „	/ IV/4	„	„

Allgemeines zur Knochenbildungs- und umbaufrage

Franz Weidenreich hat mitgeteilt, daß das Knochengewebe in zwei Erscheinungsformen auftritt, und zwar als Faserknochen und als Schalenknochen. Die Beziehung zwischen beiden wird so beschrieben, daß der Faserknochen, wo er auch vorkommt, schließlich durch Schalenknochen verdrängt und ersetzt wird. Zuweilen findet man den Faserknochen bis auf schmale, zwickelartige Ausfüllungen zwischen den Osteonen eingeengt.

Bei der Anlagerung von reinem Faserknochen spielen keinerlei spezifische Zellen eine nachweisbare Rolle.

Die Frage der Ostoblastenspezifität entscheidet Weidenreich dahingehend, daß unter gewissen Voraussetzungen in allen Organen und Formationen, wo Bindegewebe zur Entwicklung kommt — und das ist eigentlich überall der Fall — auch Knochen entstehen kann, und zwar zunächst Faserknochen und nach resorptiver Markraumbildung Schalenknochen.

Der Schalenknochen bildet sich überall, wo Ostoblasten vorhanden sind. Daraus folgert er nun, daß diese Zellen aus den Bindegewebselementen hervorgehen. Auffallend sind die engen Beziehungen der Ostoblasten zu Gefäßen und Gefäßbezirken. Weidenreich sah Präparate von Feten, wo die Gefäßwand direkt an die in Bildung befindlichen Knochenbälkchen angrenzt und die Gefäßwandzellen Ostoblastencharakter aufwiesen.

Weidenreich formulierte das Ergebnis über die Ostoblasten mit den Worten, daß sie keine spezifischen Zellen, sondern ubiquitäre sessile Bindegewebselemente sind, die erst unter einem örtlichen Knochenbildungsreiz die charakteristische Ostoblastenform annehmen.

1934 schreibt Reichborn Kjennerud, daß er die Ansicht von Waldeyer, Rollet, Kutschin u. a. bezüglich der Knochenbildung anerkenne. Er habe sich davon überzeugt, daß durch Protoplasmaumwandlungen entsprechend der Bildungszellen Knochenbildung stattfindet. Zunächst wird der Knochen kalklos angelegt, um erst nachträglich zu verkalken. Die Kalkzufuhr geschieht mittels der Gewebsflüssigkeit. Dadurch, daß den Bindegewebszellen mesenchymaler Charakter zuerkannt wird, sind auch verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten gegeben, die bei der Knochenentwicklung eine wichtige Rolle spielen.

Da der Knochen aber ein außerordentlich plastisches Material darstellt und einem dauernden physiologischen Umbau unterliegt, macht er auch zum Teil außerordentlich weitgehende resorptive Veränderungen durch.

Beim Knochenabbau gilt vornehmlich die von Kölliker und Pommer ausgearbeitete Ostoklastenlehre. Sie geht davon aus, daß der Knochenabbau auf die resorbierende Tätigkeit von ein- oder mehrkernigen Zellgebilden, den sogenannten Ostoklasten, oder auf die resorbierende Wirkung protoplasmatisch verdickter Kapillarwände zurückzuführen ist. Dabei wird im Protoplasma der ostoklastischen Zelle eine Säure, nach Schaffer Kohlensäure, in statu nascendi gebildet, welche im Bereich des Ostoklasten den Kalk der angrenzenden Knochensubstanz auflöst. Weiterhin werden auch Fermente frei, welche die organischen Restbestandteile des Knochens abbauen.

Auch Euler, Liesegang und Eichler halten an einer chemischen Erklärungsweise für den Knochenabbau durch Ostoklasten fest. Diese ostoklastischen Zellgebilde liegen in einer Konturenunterbrechung der Knochenoberfläche, den sogenannten Howship'schen Lakunen. Im Falle einer Berührung zwischen Zelle und Lakunengrund müssen sie als funktionierende Ostoklasten angesprochen werden.

Genetisch kann jede mesodermale Zelle, die der Knochenoberfläche anliegt, für kürzere oder längere Zeit ostoklastische Funktionen ausführen und damit zum Ostoklast werden. Nach Beendigung dieses Zustandes kann der Ostoklast seine frühere Eigenschaft wieder annehmen. Handelt es sich um mehrkernige Ostoklasten, dann können diese in einzelne Zellen zerfallen. Solche Zellen können zu Ostoblasten werden. Es handelt sich demnach bei Ostoklasten nicht um Zellen mit bestimmter Differenzierung, sondern um Zellen, die sich in einem vorübergehenden Funktionszustand befinden. Dieser ostoklastische Funktionszustand tritt ein, wie Pommer zeigte, bei einer Erhöhung des Blut- und Gewebedruckes, wodurch die der Knochenoberfläche anliegenden Zellen gegen einen harten, unnachgiebigen Körper gedrückt werden. Dieser Druckzustand löst ostoklastische Funktion aus. Als Beweis dafür wird neben anderen die Erscheinung gedeutet, daß die Ostoklasten in den Howship'schen Lakunen hineingepreßt erscheinen.

Diese Howship'schen Lakunen können sich auch als unvollständige lakunäre Resorptionen darbieten. Erscheinen sie weniger tief, könnte man sie als Delle bezeichnen. Bei stattfindender Resorption findet man in den Lakunen immer Ostoklasten. Wegen der Vielgestaltigkeit der Ostoklasten fragt man sich nach dem Unterschied und der Abgrenzung gegen die Ostoblasten. Pommer*) schreibt über die lakunäre Resorption:

*) Sitzungsbericht der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, III. Abtl., 1881, 1. H.

„Das Hauptgewicht — in diesem Zusammenhang — ist auf das Zusammenpassen der Berührungsflächen der Zellen und Lakunen zu legen. Ostoklasten können den Lakunen eng angeschmiegt liegen oder mit den Resorptionsbuchten verflochten sein durch ein Filzwerk von feinsten noch stehengebliebenen Knochensubstanzspießchen, oder aber auch von der Lakunenfläche abgehoben sein und von einer charakteristischen Ostoblastenreihe ersetzt erscheinen."

Die Formgebung der Ostoblasten hängt ab — nach Pommer — von:

1. dem Wachstumsdruck der Ostoblasten selbst,
2. dem Flüssigkeitsdruck im Resorptionsraum und
3. dem Widerstand des abzubauenden Knochengewebes.

Ueber die Ursachen der Apposition und Resorption kann folgendes festgestellt werden: Die Bildung von Knochengewebe ist zunächst abhängig von dem Schutz vor größeren Deformationen. Unter funktionell trophischen Reizen offenbaren sich dann Knochenbildungen, wie wir sie kennen unter reinem intermittierendem Druck oder in einem Wechsel von Druck und Zug. Beneke (1879) sieht den Anreiz zur funktionellen Zellerregung in der Kompression der Flüssigkeiten (Zellsaft) mit nachfolgender Wiederentlastung.

Kölliker ist der Ansicht, daß ein Druck seitens der umgebenden Weichteile ostoklastische Tätigkeit anregt.

Pommer ergänzt diese Meinung dahin, daß die Steigerung des Blutdrucks und die dadurch bedingte quantitative und qualitative Aenderung der Gewebs-, d. h. Ernährungsflüssigkeit, zellulären Abbau auslöst.

Wenn in einem engen Gebiet Apposition und Resorption nebeneinander zu finden sind, glaubt Pommer, daß es sich hier um eine Raumbeengung handelt infolge von Knochenanlagerung durch Erhöhung des Blut- und Gewebedruckes.

Diese Erscheinung ist hauptsächlich im Alveolenfundus bei bestimmten Alveolarpräparaten zu beobachten.

Da in diesen Alveolen bereits Hartsubstanzen der Zahnanlage gebildet sind, so darf man ihre Qualität und Vitalität für den An- und Abbau nicht verantwortlich machen; denn immer sehen wir Knochenbildung auf dem Boden eines Keimgewebes, dessen Differenzierung in ein bestimmtes Gewebe nie als Metaplasie gedeutet werden darf.

Ueber die Entstehung des Unterkieferknochens ist bekannt, daß er zunächst als Belegknochen an der Außenseite des Meckelschen Knorpels gebildet wird. Die Zahnkeime werden von dem angebildeten Knochen förmlich umwachsen. Später entstehen in dieser gemeinsamen knöchernen Rinne Zwischenwände zur Abgrenzung der Einzelalveolen. Der Ersatzzahn, der anfänglich mit dem Milchzahnkeim in einer Alveole liegt, wird später ebenfalls von Knochen umwachsen und erhält eine eigene Alveole.

Wie liegen die Verhältnisse nun in der Alveole des Milchzahnkeimes?

Ueber das alveoläre Wachstum in seiner Beziehung zu der Entwicklung des Zahnkeimes sollen zunächst die Ergebnisse histologischer Untersuchungen, soweit sie in der Literatur beschrieben worden sind, angeführt werden.

Die älteste Untersuchung geht auf die Wurzeltheorie zurück, die eine aktive Bewegung des Zahnes selbst annimmt und den Alveolenboden für ein Widerlager hält, von dem sich der Zahn aus über einer festen Unterlage emporhebt.

In der Alveolartheorie wird von der Bildung von Knochenbälkchen das Erscheinen des Zahnes in der Mundhöhle abgeleitet.

Gegen beide Theorien ist Einspruch erhoben worden.

Gegen die Wurzeltheorie nimmt Baume Stellung, weil der Weg des zurückgelegten Wurzelwachstums bis zum Zahndurchbruch bedeutend kürzer ist als der Weg der Zahnkrone.

Ballschmiede weist die Tatsache nach, daß Zähne ohne Wurzeln zum Durchbruch kommen.

Gegen die Alveolartheorie wird die Weite der Alveole angeführt, weil sie den Zahnkeim während seiner Entwicklung nicht ganz umschließt, sogar von ihm etwas absteht.

Landsberger führt gegen beide Theorien die Divergenz der drei oberen Molarenwurzeln an. Ueber das Wachstumsverhältnis der Alveole zum Zahnkeim schreibt er, daß der Zahn niemals seine Stelle der Einpflanzung verläßt. In späteren Arbeiten führt er weiter aus, daß das Verhältnis zwischen Zahnkeim und Alveole sich in der Weise gestalte, daß die Alveole in die Höhe wächst und dabei die Zahnkrone mit in die Höhe trägt. Seine Ansicht veranschaulicht er in der Z. R. 1928 Nr. 41 mit einem Vergleich.

Zum Vergleichszweck nimmt Landsberger zwei verschieden lange Gummischläuche, von denen der kleinere in dem größeren mit Hilfe zweier Nadeln befestigt wird. Der äußere Gummischlauch stellt den epithelialen Anteil (formgebendes Element = Zahnsäckchen) dar, der innere den bindegewebigen Anteil (formfüllendes Element = Zahnkeim). Die Verwachsung des Zahnsäckchens mit dem Zahnkeim am Ende des Schmelzorgans ist in dem Experiment durch die beiden Nadeln wiedergegeben. Die obere Nadel kennzeichnet beim Zahnkeim das Ende des

Schmelzorganes, die untere Nadel den Beginn der Epithelscheide bezw. der Wurzelbildung. Wird nun im Vergleich die äußere Gummihülle auseinandergezogen, so streckt entsprechend die Natur das Säckchen durch Einstreuen von Knochenbälkchen. Je mehr Knochen sich in dem Säckchen bildet, um so mehr verlängert sich dasselbe. Dadurch, daß nun diese Knochenbildung entlang des ganzen Säckchens gleichmäßig vor sich geht, entwickelt sich die Alveole.

Orban, B. brachte in Anlehnung an die Arbeit von Landsberger eine schematische Darstellung und will damit die Ansicht Landsbergers wiedergeben. Zu seiner Skizze schreibt er:

Beim 1. Bild ist der ganze Zahnkeim noch in seine Alveole eingehüllt.

Im 2. Bild ist die zwischen Mundschleimhaut und Zahnhals gelegene Alveole bereits resorbiert.

Im 3. Bild beginnt der gegenüber der Wurzelöffnung gelegene Alveolenteil zu wachsen.

Im 4. Bild ist das Wachstum schon ziemlich fortgeschritten, wodurch die Alveole höher geworden ist und die Zahnkrone mit in die Höhe getragen wurde.

Durch dieses Höhenwachstum der Alveole ist für die sich bildende Wurzel Raum geschaffen worden.

Da die Knochenbildung so rasch vor sich gegangen ist, konnte die Wurzelbildung mit dem Höhenwachstum der Alveole nicht Schritt halten. Die Wurzel dringt dann in die Tiefe und nimmt ihren Platz ein.

Zu dem Problem des Zahnwachstums nahm Proell wie folgt Stellung: „Auf Grund meiner Beobachtung möchte ich die Vermutung aussprechen, daß die Entwicklung des Zahnes überhaupt in der Weise vor sich geht, daß nicht die Epithelleiste sich in die Tiefe senkt, sondern daß die Zahnanlage von dem wachsenden Kieferknochen überwuchert wird und passiv in die Tiefe wandert. Es wechselt also die Brun'sche Epithelscheide nie ihre Lage, außer vielleicht im letzten Stadium der Wurzelentwicklung."

Bei Weidenreich lesen wir: „Am Kieferknochen erfolgt der Anbau von Knochensubstanz hauptsächlich von außen her, da mit dem Wachstum des Zahnes die nächstgelegenen Knochenbälkchen abgebaut werden müssen. Solange der Zahn zunimmt und noch keine Wurzel ausgebildet ist, geht dieser Prozeß weiter, d. h. außen Knochenanbau und innen Knochenabbau. Der Kieferknochen legt sich in seinem basalen Teil zuerst an und wird durch Apposition von außen dicker. Die gleichzeitig immer umfangreicher werdenden Zahnanlagen rücken entsprechend basalwärts und bringen damit von der Epithelleiste her den Knochen zum Abbau, d. h. sie dringen gewissermaßen in ihn ein. So entsteht die Alveole."

Die Alveolarsepten wären dadurch als die zunächst stehengebliebenen Reste der jeweils älteren Knochenanlagen aufzufassen.

Die Alveole besteht aus fast reinem Faserknochen, der nach Art seiner Bildung nichts anderes ist als die verkalkende oder verknöchernde Außenpartie des Zahnsäckchens, die sich an den Septalrest des Kieferknochens anlagert bezw. eine knöcherne Einheit bildet.

Aichel kommt zu dem Ergebnis, daß während des Entwicklungsstadiums des Zahnes das Alveolarperiost gezerrt wird, so daß es zum Knochenanbau an den Seitenwänden der Alveole kommt, während im Bereich des Wurzelwachstums lokale Resorptionserscheinungen sichtbar sind.

Oehrlein sah im histologischen Bild, wie sich am Boden der Alveole Knochensubstanz bildete und führt dies auf den intermittierenden, oszillierenden Wachstumsdruck zurück, der durch Zellwachstum, Zellteilung und Pulsation der Blutgefäße ausgelöst wird.

Untersuchungen von Virchow, Meyer, Roux, Wolf, Franke u. a. ergaben, daß intermittierender, oszillierender Druck in oder auf die Gewebe das Knochenwachstum anregt.

Calambrun-Mercure, Wedel, Port-Euler vertreten die Ansicht, daß die fertig ausgebildete Zahnkrone bei ihrer Weiterentwicklung, nämlich der Wurzelbildung, auf einen widerstandsfähigen Alveolenboden stößt.

Wallisch stellt die Wurzelpulpatheorie auf, weil sich zwischen der angelegten Zahnkrone und dem Alveolenfundus eine bindegewebige Weichsubstanz befindet. Die austreibende Kraft des Zahnes wird somit in die Weichsubstanz des wachsenden Zahnes verlegt.

Eichler, Zuckerkandl, Walkhoff, Kallhardt und Jaswoin fanden durch ihre Untersuchungen die Ursachen der Zahnbewegung in dem Pulpawachstum resp. dem Pulpawulst.

Baume schreibt den Gewebsbestandteilen der Alveole durch Wachstumszunahme die zahnaustreibende Kraft zu. Seine Medullartheorie wird von Wallisch anerkannt, soweit sie als Markwucherung auf die Knochenneubildung am Boden der Alveole bezogen wird.

Hermann vertritt die Ansicht der Knochenneubildung im Alveolenfundus.

Man sieht, wie bei der kausalen Ursache um die Entwicklung des Zahnkeimes und des Zahnfaches die formale Genese um die Entstehung des Zahnfaches auf Kosten der eingehenderen Betrachtungen des Zahndurchbruchs wenig beobachtet geblieben ist.

Eingehender hat sich Groß dem noch wenig berührten Thema über die Umbauvorgänge an der sich bildenden Alveole zugewandt. Nach den histologischen Befunden von Groß steht fest:

daß alle Zahnkeime anfänglich in den Kieferknochen hineinwachsen,
daß der Knochen in dieser Zeit am Alveolenfundus abgebaut wird,
daß also in diesem Stadium keine „feste Basis" besteht,
daß bei Beginn der Ausbildung des Wurzeldentins kein Knochenabbau mehr an der Wurzel festzustellen ist,
daß sich jetzt am Boden der primitiven Alveole Knochen anbildet.

Der Zahn streckt sich also nicht nur, sondern steigt aus der primitiven Alveole empor. Auf diese Weise wächst die Alveole an ihren Rändern in die Länge. Gleichzeitig wird der Alveolenausgang von der andrängenden Zahnkrone her abgebaut.

Das Wachstum der Alveole hält aber mit dem Vordringen des Zahnes nicht Schritt, und es kommt so durch das Zurückbleiben der Alveolarränder zum Durchbruch der Zahnkrone.

Im Folgenden sollen eigene histologische Befunde betrachtet werden. Statt der Mikrophotogramme liegen Konturenumrisse der Zahn- und Knochensubstanz bei.

Die angekreuzten Stellen (z. B. + + +) bezeichnen Knochenanbau, die gestrichelten Stellen (z. B. ||| oder =) den Knochenabbau und die punktierten Stellen (z. B. .....) zeigen Resorptionsflächen an, d. h. lakunäre Resorptionsflächen ohne Ostoklasten.

Fig. 1 menschlicher Embryo, Ober- und Unterkiefer, Frontalschnitt. Alter: 4 Fetalmonate.

Das Mikrophotogramm zeigt uns einen Frontalschnitt, der in der Gegend der ersten Eckzahnanlagen verläuft. Die Zahnkeime im Ober- und Unterkiefer bestehen in der Hauptsache aus der Schmelzpulpa und der Zahnpapille. Die Zahnpapille wird von dem inneren Schmelzepithel bis zur Hälfte umfaßt. Die Zahnkeime stehen mit der epithelialen Zahnleiste durch einen seitlichen Verbindungsstrang, dem Kolbenhals, in Verbindung. Die Milchzahnanlagen lassen noch keine Hartsubstanzbildungen erkennen.

Im Oberkiefer sieht man das Wachstum zarter Knochenbälkchen zur Bildung der Alveole. Die Seitenwände des knöchernen Alveolengefüges reichen bis zur Höhe der Spitze der Zahnpapille.

Im Unterkiefer ist das Anzeichen einer Alveolenprägung erst aus der flachen Alveolenmulde zu ahnen. Intensive Wachstumserscheinungen machen sich an den flachen Alveolarwänden durch Knochenanbau bemerkbar.

Um den Zahnkeim herum liegt eine lockere bindegewebige Membran, die zirkulär um die Zahnanlage herum angeordnet ist. Sie trägt fibrillären Charakter.

Fig. 2 menschlicher Embryo, rechter Oberkiefer, Frontalschnitt. Alter: 5—6 Fetalmonate.

Das Mikrophotogramm zeigt uns einen Schnitt in der Gegend des seitlichen Milchschneidezahnes. Die Zahnpapille wird zum größten Teil von dem inneren Schmelzepithel umkleidet. Ueber der Spitze der Zahnkeimanlage vereinigt sich das innere mit dem äußeren Schmelzepithel. Der Kolbenhals zwischen dem äußeren Schmelzepithel und der generellen Zahnleiste befindet sich im Obliterationsstadium. In mannigfachsten Variationen zeigen sich dabei Epithelperlen, die Serres'schen Körper. Auf der Papillenkuppe machen sich die ersten Hartsubstanzen sichtbar.

In der primitiven Alveole sieht man Ostoklasten und Ostoblasten.

Die Knochenbälkchen, soweit sie noch nicht miteinander verbunden sind, wachsen aufeinander zu durch zahlreiche Ostoblasten, um das Zahnfach zu gestalten.

Am Fundus der Alveole finden wir vorwiegend Ostoblasten, darunter hin und wieder verstreut einzelne Ostoklasten.

Die seitlichen alveolären Innenwände werden von Ostoklasten resorbiert.

Die Ränder der Alveole wachsen zur Mundhöhle zu.

Ueber dem Eingang der Alveole verläuft ein fibrilläres, straffes Bindegewebe.

Fig. 3 menschlicher Embryo, rechter Oberkiefer, Frontalschnitt. Alter: 5—6 Fetalmonate.

Der Frontalschnitt zeigt etwa die Mitte der laktealen Eckzahnanlage. Medial davon sieht man den Keim des permanenten Caninus.

Die lakteale Eckzahnanlage wird zu zwei Dritteln von dem inneren Schmelzepithel umschlossen. Sie trägt auf der Papillenspitze die ersten Hartsubstanzablagerungen. Einem schmalen Dentinstreifen liegt die eben begonnene Schmelzbildung auf. Das Schmelzorgan hat sich vom Mutterboden abgeschnürt. Der Verbindungsstrang besteht nur noch aus mehr oder weniger großen Eipthelperlen = Epithelnestern.

Die primitive Alveole wird von einem lockeren Knochengefüge dargestellt.

Die der Papillenspitze labialwärts gegenüberliegenden Knochenspießchen werden von der Zahnkeimanlage her stark abgebaut. Die Alveole ist noch kein zusammenhängendes knöchernes Zahnfach. Die teilweise, aber in einem bestimmten alveolären Sinn verstreut liegenden Knochenbälkchen wachsen sich vermittels der Ostoblastenreihe entgegen. Dagegen findet man im Lumen der Milchzahnalveole allgemein Knochenabbauvorgänge. Der Ersatzkeim erscheint wie von einer dünnen Knochenplatte eingeschlossen.

Das sogenannte intraalveoläre Septum zwischen $\underline{3}|$ und $\underline{|11}|$ wird an der palatinalen Seite abgebaut und nach labial angebaut. Nach der Mundhöhle zu wächst es wie die Alveolarränder durch Apposition.

Fig. 4 menschlicher Embryo, rechter Oberkiefer, Frontalschnitt. Alter: 5—6 Fetalmonate.

Das Präparat zeigt uns die Gegend des ersten Milchmolaren in seiner embryonalen Anlage. Die Zahnpapillenspitze ist labial bis zum Papillenfundus und palatinal bis zur Hälfte vom inneren Schmelzepithel umwachsen. Ueber dem Kauhöcker, wo die Hartsubstanzbildung zu sehen ist, vereinigt sich das äußere mit dem inneren Schmelzepithel. Der

Kolbenhals der Zahnanlage obliteriert. Einzelne Schmelzperlen charakterisieren die Ueberbleibsel der Zahnleiste.

Um den Zahnkeim herum baut sich eine zarte Alveole auf, die zunächst nur aus einzelnen, teilweise schon zusammenhängenden Knochenplättchen besteht.

Soweit sich die Knochenspangen zur Alveolengestaltung finden müssen, wachsen sie sich vermittels der Ostoblasten entgegen. Der Alveolenfundus wird durch Ostoklasten resorbiert. Diesen Resorptionsprozeß sehen wir auch an den Seitenwänden der Alveole, die der Zahnanlage zugekehrt sind. Ihre Ränder wachsen nach der Mundhöhle zu.

Zwischen der Nasenmuschel und dem Nasenboden sieht man in den Bindegewebsfasern Knochenbildungsvorgänge.

Fig. 5 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).

Der Sagittalschnitt verläuft durch die Mitte der Pulpa des mittleren laktealen und permanenten Schneidezahnkeims. Der bleibende Zahnkeim liegt lingual von der Milchzahnanlage. Beide liegen in einer Alveole, deren labiale Wand bis zur Höhe der Schneidezahnkante des

Milchzahnkeims reicht, deren linguale Wand sich auf der gleichen Höhe wie die Papillenspitze der permanenten Schneidezahnanlage befindet.

Die Krone des mittleren Milchschneidezahnes ist mit Schmelz und Dentin bedeckt. Der Schmelz ist während des Entkalkungsprozesses herausgefallen. Dieser Zahnkeim ist von einem straffen Zahnsäckchen mit radiär zu ihm verlaufenden Bindegewebsfasern eng umschlossen. Die Kronenpulpa ist sehr gefäßreich.

Eine schmale Dentin- und Schmelzzone erkennt man auf der Papillenspitze der entsprechenden Ersatzzahnanlage.

Am Boden der knöchernen Alveole unter der Milchzahnanlage wird Knochen angebaut, dagegen erkennt man unter der Anlage des bleibenden Schneidezahnes Knochenabbau.

Die labiale Innenwand der Alveole erscheint zerklüftet. Sie wird lakunär durch Ostoklasten resorbiert.

Die linguale Innenwand der Alveole zeigt schichtweise Knochenablagerung.

Die Alveolarränder wachsen der Mundhöhle zu.

Fig. 6 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).

Das Mikrophotogramm zeigt uns einen Schnitt in der Gegend des seitlichen laktealen und permanenten Schneidezahnkeims. Beide Zahnanlagen liegen noch in einer gemeinschaftlichen Alveole.

Jeder Zahnkeim ist von einem straffen bindegewebigen Zahnsäckchen umgeben.

Die Zahnkrone des Milchschneidezahnes ist mit Schmelz und Dentin bedeckt.

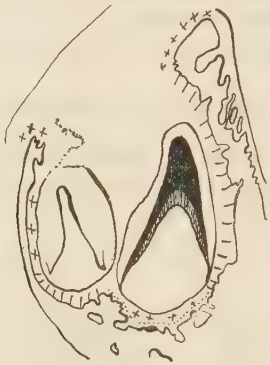
Die Anlage des Ersatzzahnes, die lingual von der vorigen liegt, läßt keine Ablagerungen von Hartsubstanzen erkennen.

Der knöchernen Alveolenbasis unter der Milchzahnanlage liegen Ostoblasten auf, dagegen findet man an der korrespondierenden Stelle unter der Ersatzzahnanlage lakunäre Resorption. Die labiale Innenwand der Alveole zeigt uns Ostoklasten, die in Howship'schen Lakunen liegen.

Die linguale Innenwand wird resorbiert durch Ostoklasten.

Die Alveolarränder wachsen durch Ostoblasten der Mundhöhle zu.

Fig. 7 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).

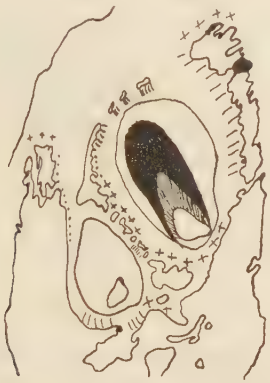


Wir sehen auf dem Mikrophotogramm die lakteale und permanente Eckzahnanlage in einer gemeinschaftlichen, knöchernen Alveole eingebettet liegen. Die lakteale Eckzahnanlage ist mit koronalem Schmelz und Dentin überdacht. Die Ersatzzahnanlage trägt die ersten Spuren der Hartsubstanzablagerung. Beide Zahnkeime sind von einem Zahnsäckchen umgeben. Ueber die Alveole hinweg verstreicht ein dichtes Bindegewebslager.

Auf der Resorptionsfläche des knöchernen Alveolenfundus liegt eine Reihe epithelartig angeordneter Ostoblasten, denen weiter nach lingual zu Ostoklasten folgen. Diese Ostoklasten reichen bis zum unteren Teil der lingualen Innenwand der Alveole.

Die labile alveoläre Innenwand wird durch lakunäre Resorption erweitert, die linguale dagegen rückt auf den Ersatzzahnkeim zu. Die Alveolarränder lassen ostoblastischen Knochenanbau erkennen.

Fig. 8 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).



Wir sehen von den in Fig. 7 beschriebenen Eckzahnanlagen einen weiteren Sagittalschnitt. Hier erkennt man, wie die Zahnanlagen hohlkugelartig vom Alveolarknochen umgeben sind. Ueber der Milchzahnanlage ist die den Alveolenausgang deckende Knochenplatte sehr dünn und schon teilweise resorptiv unterbrochen. Sie wird von der andrängenden Zahnkrone her stark abgebaut.

Den gleichen Prozeß sieht man an dem Knochenbälkchen über der bleibenden Eckzahnanlage.

Der Alveolenfundus des laktealen Eckzahnkeimes baut neuen Knochen an. Dagegen wird der Knochen unter der Zahnpapille des permanenten Eckzahnkeimes abgebaut. Das die Zahnkeime voneinander trennende Septum baut nach labial Knochen an, nach lingual zeigen sich Resorptionserscheinungen.

Die Alveolarränder wachsen gegen die Mundhöhle zu.

Fig. 9 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).

Die sagittale Schnittrichtung trifft bei ihrem von mesio-buccal nach disto-lingualem Verlauf die Anlagen des ersten Milchmolaren und des ersten Prämolaren. Beide Zahnkeime liegen in einer gemeinschaftlichen Alveole.

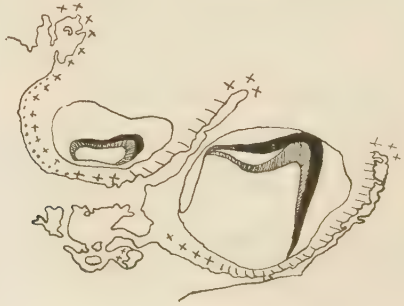
Der Zahnkeim des Milchmolaren ist bei der Präparation herausgefallen und seine Lage nur noch durch das äußere Schmelzepithel und das Zahnsäckchen erkenntlich.

Die Keimanlage des Prämolaren läßt noch keine Hartsubstanzen erkennen. Dagegen fällt in der Verlaufsrichtung seiner Zahnachse ein ausgerichteter Strang von Gefäßen auf.

In dem Ausgang der Alveole liegt ein Knochenbälkchen, das an seiner dem Keime des Milchmolaren zugekehrten Seite Appositionserscheinungen erkennen läßt. Besonders fallen in dem Knochenbälkchen zwei Bauplätze auf, in denen Knochenanbau und Knochenabbau räumlich vereinigt sind, d. h. an der einen Seite des Hohlraumes wird der Knochen angebaut, an der anderen abgebaut. Die Abbaufläche scheint sich in den Knochen hineinzufressen, und die Anbaufläche wandert ihr nach.

Im Gesamtinneren der Alveole ist ein allgemeiner Resorptionszustand zu sehen.

Fig. 10 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).



Das Präparat zeigt uns einen Sagittalschnitt durch den ersten und zweiten Milchmolaren. Beide Zahnkeime sind mit koronalem Dentin und Schmelz bedeckt.

Das Interdentalseptum, das sich entlang der Bindegewebsfaserung der Zahnsäckchen gebildet hat, trennt die beiden Molarenanlagen voneinander. Es zeigt nach mesio-buccal eine glatte Randzone, der sich ein Ostoblastensaum anlagert. Nach disto-lingual zu sieht man resorptive Konturenunterbrechungen, die auf Knochenabbau schließen lassen.

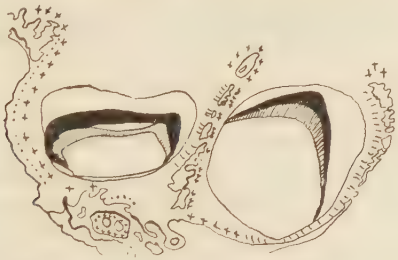
Die mediale Bodenhälfte der Alveolen sind mit Ostoklasten belegt, während weiter nach distal appositionelles Knochenwachstum ersichtlich ist.

Zahlreiche Ostoklasten säumen die Innenseite der buccalwärts gelegenen Alveolenwand.

Der Resorptionsfläche der lingualen alveolären Innenwand liegen Ostoblasten an.

Die Ränder der knöchernen Alveole wachsen vermittels der Ostoblasten der Mundhöhle zu.

Fig. 11 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt. Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).



Das Mikrophotogramm zeigt uns die Anlagen des ersten und zweiten Milchmolaren in einem späteren Serienschnitt.

Beide Zahnanlagen zeigen deutliche Kronenschmelz- und -dentinablagerungen. Bei der Betrachtung des ersten Milchmolaren fällt das derbe bindegewebige Zahnsäckchen auf, dessen fibrilläre Anordnungsweise einen Kompressionszustand als Folge eines expansiven Wachstums der Zahnanlage zum Ausdruck zu bringen scheint.

Zwischen den beiden Zahnkeimen sieht man das sich der Faserung der beiden Zahnsäckchen entlang bildende Interdentalseptum.

Es wird nach mesio-buccal durch Ostoblasten angebaut und zeigt nach disto-lingual zu eine charakteristische Resorptionsfläche.

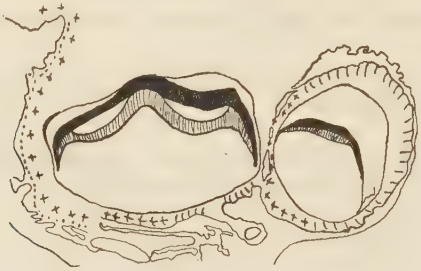
Am Fundus der vierten Alveole liegen zur Hälfte Knochen abbauende Zellen, zur anderen Hälfte Knochen bildende Zellen. An der entsprechenden Stelle der fünften Alveole findet sich ein ähnliches Bild.

Die buccale Innenfläche der Alveolarwand befindet sich in einem lakunären Resorptionszustand durch ostoklastische Zelltätigkeit.

Die linguale Innenfläche der Alveolarwand wird auf der Resorptionsfläche von einem Ostoblastensaum wieder angebaut.

Die Ränder der Alveole wachsen in Richtung zur Mundhöhle.

Fig. 12 menschlicher Embryo, linker Unterkiefer, Sagittalschnitt.
Alter: 9 Fetalmonate (Neugeborenes).



Das Mikrophotogramm zeigt uns noch einen weiteren Sagittalschnitt aus der Gegend des vierten und fünften Milchzahnkeimes.

Der erste Milchmolarenkeim ist von einer Knochenlade eingefaßt. Zwischen ihm und der Knochenlade verläuft radiär das deutlich erkennbare Zahnsäckchen.

Der Fundus der vierten Alveole wird zur einen Hälfte von Ostoblasten und zur anderen Hälfte von Ostoklasten bedeckt. Ebenso liegen die Verhältnisse in der Alveole des zweiten Milchmolaren.

Die buccale Innenwand der Alveole befindet sich im lakunären Resorptionszustand.

Die Knochendecke nach der Mundhöhle zu über der Alveole wird ebenfalls durch lakunäre Resorption von innen her aufgelöst.

Die linguale Innenwand der Alveole zeigt auf den Resorptionsflächen Knochenanbau.

Das Septum zwischen der ersten und zweiten Milchzahnanlage wird nach mesio-buccal angebaut, nach disto-lingual abgebaut.

Fig. 13 luetisches Kind, linker Unterkiefer, Frontalschnitt.
Alter: 4 Lebensmonate.

Der Frontalschnitt zeigt uns im histologischen Bild die Anlagen der Milchzahnkeime vom mittleren Schneidezahn bis zum Eckzahn. Im Innern der Glocken erkennt man auf den Papillenspitzen Dentin- und Schmelzablagerungen.

Das innere Schmelzepithel ist sehr verdichtet. Die Keime haben sich vom Leistensystem losgelöst.

Nach der Mundhöhle zu übergreift der Alveolarknochen die Anlagen der Milchzähne. Als Abschluß findet man über den Ausgängen der Alveolen eine derbe bindegewebige Membran.

Die Anlage des ersten Milchschneidezahnes läßt der medialen Umschlagfalte des inneren Schmelzepithels gegenüber deutlich Ostoklasten am Alveolenfundus erkennen. Unter dem mittleren Teil der Zahnpapille und weiter nach distal zu ist Knochenabbau ersichtlich.

Die Knochenzapfen und Knochenspangen der medial angrenzenden seitlichen Alveolarwand weisen zahlreiche Resorptionsdellen auf.

Unter der Papille des seitlichen Schneidezahnes wird der Knochen am Boden der Alveole abgebaut.

Der Alveolenfundus des Milcheckzahnes wird ebenfalls von Ostoklasten resorbiert. Die diesem Zahnkeim anliegende Alveolenwand befindet sich im Resorptionszustand.

Fig. 14 luetisches Kind, linker Unterkiefer, Frontalschnitt.
Alter: 4 Lebensmonate.

Das Mikrophotogramm zeigt uns die Anlagen des ersten Milchmolaren und des ersten Prämolaren.

In der knöchernen Alveole basalwärts der Anlage des ersten Prämolaren erkennt man den canalis nerv. mandibul.

Der Fundus der Alveole zeigt uns eine typische Resorptionsfläche, der stellenweise Ostoblasten anliegen.

Die Innenwände der Alveole werden von Ostoklasten abgebaut.

Betrachten wir die Papille des ersten Milchmolaren, dann sehen wir eine deutliche Dentin- und Schmelzschicht. Dagegen läßt die Anlage des ersten Prämolaren noch keine Hartsubstanzbildungen erkennen.

Zwischen dem inneren und äußeren Schmelzepithel befindet sich noch reichlich Schmelzpulpa.

Ergebnis des histologischen Befundes

Bei der histologischen Untersuchung der dieser Arbeit zugrunde gelegten Präparate wurde die Beobachtung gemacht, daß die Zahnkrone, wenn sie ihrer äußeren Konfiguration nach nahezu fertiggestellt ist, sich offenbar über einer festen, knöchernen Unterlage durch starkes Wachstum am Alveolenfundus emporhebt. Der Verlauf während der Umbauvorgänge in der Alveole ist nicht einheitlich. Es kommt vor, daß während der Entwicklung die Resorption an einer Stelle zum Stillstand kommt, um nach einiger Zeit weiterzugehen. Sie kann aber auch von einer Periode des Anbaues abgelöst werden, um sich später wieder fortzusetzen. Wir sehen an der allzu jugendlichen Alveole nach voraufgegangener Resorption an gleicher Stelle Appositionserscheinungen auftreten, die das verlorengegangene Knochengewebe wieder ersetzen müssen. Im Zusammenhang damit sei nochmals an dieser Stelle auf die Präparate Fig. 7, 10, 11, 12 und 14 hingewiesen.

Diese Erscheinungsformen werden aber wohl infolge einer funktionellen Auswertung einer gesetzmäßigen Folge unterliegen. Die Ursache der Resorptionserscheinungen in der Alveole werden von verschiedenen Autoren in das Innere des Zahnkeimes verlegt und auf den Wachstumsdruck zurückgeführt. Dieser Wachstumsdruck kann sich m. E. nicht nur an einer bestimmten Stelle auswirken, da die Hartsubstanz des Zahnkeims von der Alveole durch eine weichgewebige Bindegewebsschicht getrennt liegt.

Wallisch äußerte die Ansicht, daß der fertige Schmelz des Zahnkeims als Fremdkörper auf seine Umgebung wirke und dadurch Resorptionstätigkeit des betreffenden Gewebes auslöse.

Nach Kallhardt ist diese Möglichkeit ausgeschlossen, weil zu dieser Zeit das Schmelzorgan noch nicht verödet ist, sondern die Ameloblastenfunktion noch unterhält.

Die Frage nach dem resorbierenden Gewebe in der Alveole brachte die verschiedenartigsten Ergebnisse heraus. Wie dem auch sei, der Zahnkeim liegt in seiner knöchernen Alveole eingeschlossen und ist gezwungen, wenn ihm sein Wachstum ermöglicht werden soll, diese zu erweitern. Allgemein neigt man der Annahme zu, daß die Zellen in der Papillenspitze embryonale Wachstumsenergie besitzen, wodurch im Innern der Alveole ein Druckreiz auf das Zahnsäckchen ausgeübt wird. Da das Zahnsäckchen die Verbindung zwischen Keim und Alveole darstellt, muß dieser Druckreiz Resorptionsvorgänge in dem Lumen der Alveole veranlassen.

In späteren Stadien konzentriert sich die resorbierende Tätigkeit in der Gegend über dem äquatorialen Durchmesser der Zahnkrone, die sich uns durch ostoklastischen Abbau histologisch sichtbar macht.

Von der Keimpulpa haben wir nun eine Auswirkung des oszillierenden Druckes direkt auf den Kieferknochen anzunehmen als Folge des Zellwachstums, der Zellteilung und der Pulsation der Blutgefäße.

Dadurch findet am Boden der Alveole Anlagerung neuer Knochensubstanz statt, wodurch der Zahnkeim gegen die Kieferoberfläche gedrängt wird.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann zunächst gesagt werden, der Knochenumbau in der Alveole vollzieht sich nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit im Zusammenhang mit der Entwicklung des Zahnkeims. Es ergibt sich die Tatsache, daß der alveoläre Knochenan- und -abbau in einem umgekehrten Verhältnis zu dem Wachstum des Zahnes während seiner Entwicklung steht, d. h. interessant für die Zusammenhänge zwischen Zahnkeim und Alveolarknochen ist die Erscheinung, daß einer erhöhten Zunahme der Hartsubstanz (Verkalkungsprozeß) am Zahnkeim meist gleichzeitig eine entsprechend starke Resorption des Alveolarknochens parallel läuft. In den Entwicklungsstadien der epithelial-papillären Milchzahnanlage bildet sich zunächst die Alveole um den Zahnkeim herum. Mit Beginn der Hartsubstanzausscheidung über der papillären Anlage des Milchzahnes, d. h. hoch oben im Innern der Glocke, setzen Resorptionserscheinungen an der labialen resp. buccalen Innenwand der Alveole ein. Die Innenseite der lingualen Alveolenwand baut Knochen an. Die Alveolarränder lassen während der Bildung der Alveole appositionellen Knochenaufbau erkennen. Der Alveolenfundus wird in der embryonalen Zeit, in der sich gerade die Papillenkuppe mit Hartsubstanz überzieht, resorbiert. In späteren Stadien, wo die Entwicklung des Zahnes bezüglich seiner koronalen Hartsubstanzen weiter vorgeschritten ist, wächst der Alveolenfundus durch appositionellen Knochenanbau. Das bedeutet, daß der Zahnkeim, der anfänglich in den Kieferknochen hineinwächst, sich später emporhebt durch Anbildung von neuem Knochen am Fundus der Alveole.

Literaturangaben

1. Bauer, W.: „Die Appositions- und Resorptionsvorgänge an Knochen und Zähnen". Z. f. Stom., H. 3, 1925.
2. Bauer, W.: „Veränderungen des Zahnbettes beim Wandern der Zähne". Z. Zahnärztl. Orthop., Bd. 20, 1928.
3. Bauer, W., und Lang, F. J.: „Ueber das Wandern der Zähne". Vjschr. Zhlkd., Bd. 44, 1928.
4. Baume, R.: „Lehrbuch der Zahnheilkunde". Verl. Felix, 1877.
5. Burckhardt, L., und Petersen, H.: „Ueber den Umbau im wachsenden Knochen". Z. f. Zellforsch. u. mikr. Anat., 1928.
6. Constant, M. T.: „Der Durchbruch der Zähne". Oesterr.-Ung. Vjschr. f. Zhlkd., 1900.
7. v. Ebner: „Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz". Sitzgsber. ksl. Akad. Wiss., Bd. 72, 1875.
8. Eichler, M.: „Ueber Dentition in Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde".
9. Eidmann, H.: „Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen".
10. Groß, H.: „Histologische Untersuchungen über das Wachstum der Kieferknochen beim Menschen".
11. Hertwig, R.: „Zahnung und ihre Folgen für den kindlichen Organismus".
12. Huber, R.: „Untersuchungen über Vorgänge beim Durchbruch bleibender Zähne".
13. Jaswoin, G.: „Ueber den Mechanismus des Zahndurchbruchs". Refer. i. Fortschr. d. Zhlkd., 1930.
14. Kallhardt, H.: „Beitrag zum Durchbruch der bleibenden Zähne". Oesterr.-Ung. Vjschr. Zhlkd., 1904.
15. Kölliker, A.: „Entwicklungsgeschichte des Menschen".
16. Landsberger, R.: „Histologische Untersuchungen über das alveoläre Wachstum in seiner Beziehung zu der Entwicklung des Zahnkeims". Dtsch. Mschr. f. Zhlkd., H. 14, 1923.
17. Landsberger, R.: „Die organische Einheit und der Zahndurchbruch". Z. R. Nr. 44, 1928.
18. Landsberger, R.: „Die kontinuierliche Wachstumsbewegung des Alveolarfortsatzes". Dtsch. Mtschr. f. Zhlkd., H. 42, 1924.
19. Lieberkühn: „Ueber das Wachstum und Resorption der Knochen". Marburg, 1867.

20. Loos, O.: „Zahn- und Knochenwachstum und innere Sekretion".
21. Loos, O.: „Ueber die Ursache des Längerwerdens der Zähne". Straßburg, 1909.
22. Loos, O.: „Histologische Befunde bei dem sogenannten Längerwerden der Zähne". Verh. d. 5. internat. zahnärztl. Kongr. 1909, Bd. 1.
23. Malinowa, A.: „Vorgänge beim Zahndurchbruch".
24. Meyer, W.: „Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen". Verl. Lehmann, 1932.
25. Neuwirt: „Zur Frage des physiologischen Knochendurchbruchs". Z. Stom., Bd. 26, 1928.
26. Orban, B.: „Beziehung zwischen Zahn und Knochen". Z. Anat., 1927.
27. Oehrlein, Ad.: „Ueber den Durchbruch der Zähne". Dtsch. Zhlkd., H. 59, 1923.
28. Oehrlein, Ad.: „Entwicklungsgeschichte und Histologie des Gebisses". 1924.
29. Port-Euler: „Lehrbuch der Zahnheilkunde".
30. Proell, F., und Wyrwoll, R.: „Experimentelle Untersuchungen über das Wachstum des Unterkiefers und der Zähne". Dtsch. Z. M. Kfr.-Heilkunde, 1934.
31. Reichborn, Kjennerud: „Ueber die Mechanik des Durchbruchs der bleibenden Zähne beim Menschen". 1934.
32. Schenk, F.: „Die erste Anlage des Unterkiefers und der Zahnalveole". Oesterr.-Ung. Vjschr. Zhlkd., Bd. 12, 1896.
33. Virchow: „Ueber Bildung und Umbildung von Knochengewebe im menschlichen Körper". Berl. klin. Wchschr., 1875.
34. Wallisch, W.: „Der Durchbruch der Zähne". Oesterr.-Ung. Vjschr. Zhlkd., 1900.
35. Weidenreich, F.: „Knochenstudie", I. Teil. Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch., 1923.
36. Weidenreich, F.: „Knochenstudie", II. Teil. Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch., 1923.
37. Weidenreich, F.: „Knochenstudie", VI. Teil. Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch., 1926.
38. Wetzel: „Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte".
39. Witschel, R.: „Resorptions- und Appositionsvorgänge an normalen, bleibenden Zähnen".
40. Wolff, J.: „Ueber die Expansion des Knochengewebes". Berl. klin. Wchschr., 1875.
41. Zielinsky, W.: „Das Wachstum der Kiefer und Zähne und ihre Beziehung zur Kaufunktion". Dtsch. Mschr. Zhlkd., 1908.

Lebenslauf

Ich, Curt-Heinz-Werner Lindner, bin am 25. November 1908 in Hemer in Westfalen geboren. Nachdem ich Ostern 1931 vor dem Provinzialschulkollegium zu Berlin als Extraneer das Abiturientenexamen bestanden hatte, ließ ich mich am 12. April 1931 an der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin immatrikulieren und studierte Zahnheilkunde. Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich nach drei vorklinischen Semestern am 4. November 1932 und das zahnärztliche Staatsexamen nach weiteren vier klinischen Semestern am 13. Februar 1935.